

 ISU CENTRAL TÉCNICO	INSTITUTO SUPERIOR TECNOLÓGICO CENTRAL TÉCNICO CON CONDICIÓN DE UNIVERSITARIO	PERFIL DE DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN
SUSTENTATIVO FORMATO Código: PDR.2025.02	MACROPROCESO: DE SICENCIÓN PROCESO: DE TITULACIÓN DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN PERFIL Y ESTUDIO DE PERFIL DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR / TITULACIÓN	Página 1 de 24



PERFIL DE TRABAJO DE PROPUESTA TÉCNICA

Quito – Ecuador

2025



PROYECTO TÉCNICO

CARRERA:

Mecánica Industrial

TEMA:

Implementación de un sistema de refrigeración doméstico como plataforma experimental para el estudio del ciclo de refrigeración R 600 A en el laboratorio de máquinas térmicas del ISU Central Técnico.

Elaborado por:

Imba Salazar Jeferson Pablo

Vargas Sánchez Wilson Guillermo

Tutor:

Ing. Ernesto Quishpe S. PhD

Fecha: 02 de mayo 2025

Índice

1. Objetivos.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos	4
2. Antecedentes.....	4
Aplicaciones en Educación Técnica	6
3. Justificación	8
4. Marco Teórico.....	10
5. Definición y Conceptos	12
Aplicaciones de la Refrigeración y el Aire Acondicionado	15
6. Alcance	17
7. Cronograma	18
8. Talento humano	19
9. Recursos materiales	19
10. Asignaturas de apoyo.....	19
11. Bibliografía	20

Objetivos

Objetivo General

Implementar un sistema de refrigeración doméstico mediante la utilización del refrigerante R600a (isobutano), en concordancia con las normativas del Tratado de Montreal y la migración tecnológica de Ecuador para establecer una plataforma experimental que permita el estudio y análisis de las variables del ciclo de refrigeración en el laboratorio de máquinas térmicas del ISU Central Técnico.

Objetivos Específicos

- Adecuar un sistema de refrigeración doméstico con refrigerante R600a para su uso experimental, incorporando puntos de medición y acceso que permitan la realización segura de procedimientos de vaciado, barrido y reingreso de refrigerante en el laboratorio de máquinas térmicas.
- Capacitar a los estudiantes en el uso de las nuevas herramientas y sistemas de mantenimiento predictivo, asegurando que todos los usuarios puedan operar los equipos de manera efectiva

Antecedentes

La relevancia de la educación técnica en el desarrollo socioeconómico de un país es innegable, y dentro de este ámbito, la formación en el área de máquinas térmicas juega un papel crucial. Sin embargo, la calidad de esta formación está intrínsecamente ligada a la capacidad de

práctica que exige la industria. La práctica directa en un entorno controlado es insustituible para desarrollar destrezas en seguridad, diagnóstico y reparación.

3. Alineación con Normativas Ambientales y Tendencias del Mercado: La marca Indurama, al utilizar R600a, se posiciona como un referente de las tecnologías actuales en el mercado ecuatoriano. La adquisición de un refrigerador de esta marca no solo familiarizará a los estudiantes con equipos comercialmente relevantes, sino que también los expondrá directamente a las soluciones energéticamente eficientes y ambientalmente responsables que demanda la industria. Formar a los estudiantes en el manejo del R600a es una necesidad imperiosa para que el ISU Central Técnico contribuya activamente a la migración tecnológica del país y prepare técnicos capaces de operar bajo las normativas ambientales vigentes y futuras, posicionándolos como profesionales a la vanguardia.

4. Fortalecimiento de Competencias y Atracción Estudiantil: Disponer de un refrigerador con tecnología R600a en el laboratorio transformará el aprendizaje de un modelo pasivo a uno altamente interactivo y relevante. Permitirá a los estudiantes experimentar de primera mano los desafíos y las particularidades de estos sistemas, desarrollando competencias en la manipulación segura de refrigerantes inflamables, la interpretación de sus ciclos de trabajo y la solución de problemas específicos. Esta modernización no solo mejorará la calidad de la formación ofrecida, sino que también hará el programa de estudios más atractivo para los futuros estudiantes, proyectando al ISU Central Técnico como una institución comprometida con la excelencia y la innovación educativa.

Marco Teórico

Introducción

El mantenimiento predictivo simboliza una transformación fundamental en las metodologías de mantenimiento convencionales, trascendiendo las intervenciones reactivas y las programaciones preventivas hacia una estrategia proactiva cimentada en la anticipación de posibles fallos. Dentro del ámbito específico de los tableros didácticos de refrigeración y aire acondicionado, la adopción de este sistema despliega una variedad de ventajas significativas, incluyendo la optimización en la asignación y utilización de recursos, la extensión considerable de la vida operativa de los equipos. Por lo tanto, las bases conceptuales y teóricas que sustentan la "Implementación de un sistema de refrigeración doméstico modificable como plataforma experimental para el estudio de variables del ciclo de refrigeración en el laboratorio de máquinas térmicas del ISU Central Técnico". Su propósito es proporcionar un sustento sólido y riguroso a la propuesta, conectando los fundamentos científicos y tecnológicos con las necesidades pedagógicas y las exigencias del contexto actual en la formación técnica.

La relevancia de este estudio radica en la imperante necesidad de transformar la enseñanza de las máquinas térmicas y, en particular, de la refrigeración, de un enfoque meramente teórico a uno práctico y aplicado. En la era actual, donde la tecnología avanza a pasos agigantados y la sostenibilidad ambiental es una prioridad global, la formación de profesionales competentes exige que los estudiantes no solo comprendan los principios fundamentales, sino que también desarrollen habilidades operativas con equipos y tecnologías de vanguardia.

Este marco abordará conceptos clave de la termodinámica y el ciclo de refrigeración, la clasificación y propiedades de los refrigerantes, con un enfoque particular en el isobutano (R600a) debido a su creciente adopción y su importancia en la agenda ambiental global, regida por el Tratado de Montreal y sus enmiendas. Asimismo, se explorarán las teorías de aprendizaje activo y significativo, así como el papel de las plataformas experimentales en la educación técnica, destacando cómo la interacción directa con sistemas reales potencia la comprensión y la retención del conocimiento.

Finalmente, se contextualizará la situación del laboratorio de máquinas térmicas del ISU Central Técnico, resaltando la importancia de esta implementación para cerrar la brecha tecnológica, modernizar los procesos de enseñanza-aprendizaje y preparar a los estudiantes para los desafíos del mercado laboral, asegurando que la institución se mantenga a la vanguardia de la educación técnica en Ecuador. Este análisis teórico servirá de guía para el diseño, implementación y evaluación de la plataforma experimental propuesta.

Definición y Conceptos

1. El Refrigerador Doméstico: Principios Fundamentales del Ciclo de Refrigeración

Un refrigerador doméstico es un equipo esencial diseñado para mantener una temperatura baja en su interior, conservando alimentos y otros productos perecederos. Su funcionamiento se basa en el ciclo de refrigeración por compresión de vapor, un proceso termodinámico que involucra la transferencia de calor de un espacio de baja temperatura a uno de alta temperatura, en contra de la dirección natural del flujo de calor. Este ciclo se compone de cuatro elementos principales:

Compresor: Dispositivo que eleva la presión y temperatura del refrigerante en estado gaseoso.

Condensador: Intercambiador de calor donde el refrigerante de alta presión y temperatura cede calor al ambiente exterior, cambiando de estado gaseoso a líquido (condensación).

Dispositivo de Expansión (o Capilar): Reduce drásticamente la presión del refrigerante líquido, provocando una caída de su temperatura.

Evaporador: Intercambiador de calor donde el refrigerante a baja presión y temperatura absorbe calor del interior del refrigerador, cambiando de estado líquido a gaseoso (evaporación) y enfriando el espacio.

El refrigerante es la sustancia clave que circula por este sistema, absorbiendo calor en el evaporador y liberándolo en el condensador, permitiendo así el proceso de enfriamiento continuo.

2. El Refrigerante R600a (Isobutano): Un Hidrocarburo Ecológico

El R600a, o isobutano, es un hidrocarburo (HC) que se ha convertido en el refrigerante predominante en la mayoría de los refrigeradores y congeladores domésticos modernos a nivel mundial. Es un gas incoloro e inodoro, con las siguientes características y conceptos clave:

Nulo Potencial de Agotamiento del Ozono (PAO o ODP=0): No contribuye a la destrucción de la capa de ozono estratosférico, a diferencia de los antiguos CFCs y HCFCs.

Muy Bajo Potencial de Calentamiento Global (PCG o GWP=3): Su impacto en el calentamiento global es insignificante comparado con refrigerantes sintéticos como el R134a (GWP ~1430) o el R404A (GWP ~3922). Esta característica lo alinea con los objetivos del Tratado de Montreal y sus enmiendas (como la de Kigali), que buscan reducir las emisiones de gases de efecto invernadero.

Refrigerante Natural: Al ser un hidrocarburo presente en la naturaleza, se considera un refrigerante "natural" y es una alternativa sostenible a los refrigerantes fluorados.

Inflamabilidad (Clase de Seguridad A3): Es su principal desventaja. El R600a es un gas altamente inflamable y explosivo si se mezcla en proporciones adecuadas con el aire y hay una fuente de ignición. Esto exige rigurosas medidas de seguridad en su manejo, carga, recuperación y mantenimiento, con equipos específicos y ventilación adecuada. Las cantidades de carga en refrigeradores domésticos son muy bajas (típicamente entre 20 y 60 gramos) para mitigar este riesgo.

Eficiencia Energética: Los sistemas diseñados para R600a suelen ser muy eficientes energéticamente. El isobutano tiene buenas propiedades termodinámicas que permiten un alto coeficiente de rendimiento (COP).

Baja Presión de Trabajo: Trabaja a presiones de succión (evaporador) significativamente más bajas que otros refrigerantes (incluso por debajo de la presión atmosférica en el lado de baja presión), lo que requiere compresores específicos de mayor desplazamiento volumétrico, pero con menor consumo energético.

Carga por Peso: Dada la pequeña cantidad de refrigerante requerida y la importancia de la precisión, la carga de R600a en un sistema se realiza obligatoriamente por peso y no por presión.

Compatibilidad: Es compatible con aceites minerales y alquilbencénicos, comúnmente utilizados en compresores de refrigeración.

3. Refrigeradores Domésticos con R600a: Una Realidad Tecnológica

Un refrigerador doméstico con R600a es, por lo tanto, un electrodoméstico que implementa el ciclo de refrigeración por compresión de vapor utilizando isobutano como fluido de trabajo. Estos equipos están específicamente diseñados para operar de forma segura y eficiente con este refrigerante, incorporando características de diseño y seguridad para mitigar el riesgo de inflamabilidad. Esto incluye, entre otros, compresores sellados, cargas de refrigerante mínimas y componentes eléctricos encapsulados o ubicados fuera del compartimento de refrigerante para evitar fuentes de ignición en caso de fuga.

La marca Indurama, como otros fabricantes líderes, ha integrado el R600a en sus líneas de refrigeradores, lo que demuestra la adopción generalizada de esta tecnología en el mercado doméstico ecuatoriano. Estudiar estos equipos en el laboratorio permite una formación relevante y actualizada sobre las tecnologías que los estudiantes encontrarán en su vida profesional y que son clave para la sostenibilidad ambiental del sector.

Beneficios de la adquisición de refrigerador doméstico con R600a

Integrar un refrigerador doméstico con R600a en las prácticas del laboratorio del ISU Central Técnico es crucial. Permite a los estudiantes trabajar con la tecnología actual del mercado ecuatoriano, alineada con el Tratado de Montreal, y desarrollar habilidades prácticas esenciales en el manejo seguro de refrigerantes inflamables (vaciado, barrido, recarga por peso). Esto asegura una formación técnica relevante, mejora la comprensión del ciclo de refrigeración a través de la experimentación y eleva la motivación estudiantil, preparando profesionales competitivos y conscientes del impacto ambiental.

Aplicaciones de la Refrigeración y el Aire Acondicionado

La refrigeración y el aire acondicionado son tecnologías esenciales en nuestra vida diaria, con una amplia gama de aplicaciones que van desde la conservación de alimentos hasta la creación de ambientes confortables en hogares, oficinas y espacios industriales.

Tabla 1

Aplicaciones de los equipos con R 600a

1. Conservación de Alimentos			
Refrigeradores domésticos R600a	Congeladores	Cámaras frigoríficas	Transporte refrigerado
			

2. Climatización

Aire acondicionado residencial	Sistemas de ventilación	Calefacción	Control de humedad

3. Industria

Procesamiento de alimentos	Farmacéutica	Electrónica	Metalurgia

1. Transporte

Automóviles	Aviones	Trenes

2. Comercio	
Supermercados	Tiendas de conveniencia
	
3. Otros	
Centros deportivos	Hospitales
	
Data centers	
	

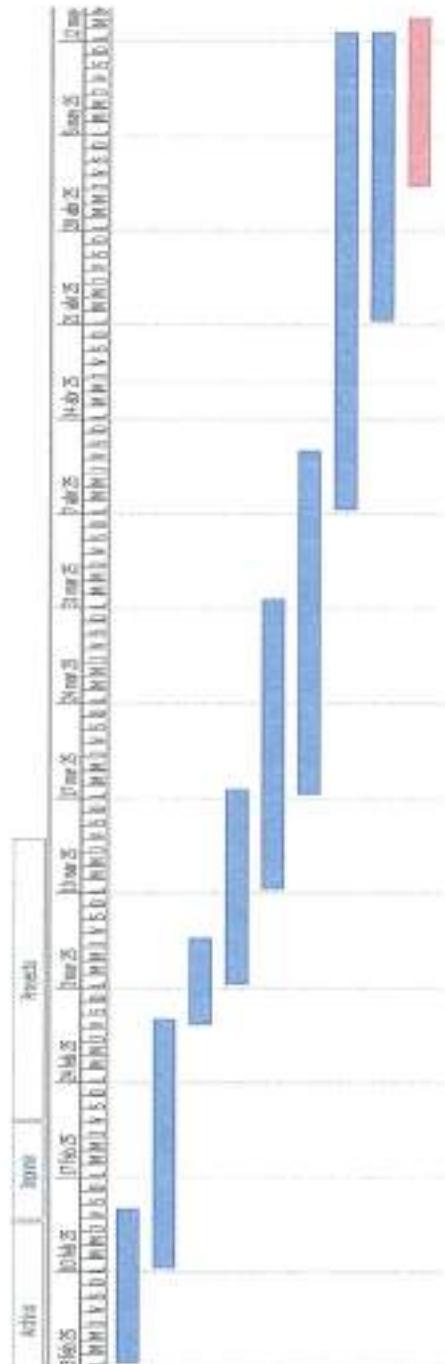
Fuente: Autores

Alcance

El alcance de este proyecto se centra en la adquisición y adaptación de un refrigerador doméstico con R600a para el laboratorio de máquinas térmicas del ISU Central Técnico, creando una plataforma experimental moderna y versátil. Esto permitirá a los estudiantes desarrollar habilidades prácticas esenciales en mantenimiento (vaciado, barrido, y recarga precisa y segura de R600a), así como realizar estudios detallados de las variables del ciclo de refrigeración para fines de investigación. Fundamentalmente, esta iniciativa busca cerrar la brecha tecnológica del laboratorio y asegurar una formación alineada con las normativas del Tratado de Montreal y las tecnologías sostenibles de la industria actual.

Cronograma

	Archivo	Impreso	Proyecto
	Nombre		
	Duración	Inicio	Terminado
1	DESIGNACIÓN DEL PROYECTO	10 days? 3/02/25 0:00	14/02/25 17:00
2	DESARROLLO DEL PERFIL	15 days? 10/02/25 6:00	28/02/25 17:00
3	APROBACIÓN DEL PERFIL	5 days? 28/02/25 8:00	6/03/25 17:00
4	COTIZACIÓN EQUIPOS	11 days? 3/03/25 8:00	17/03/25 17:00
5	ADQUISICIÓN DE LOS EQUIPOS	16 days? 10/03/25 8:00	31/03/25 17:00
6	ENTREGA DE EQUIPOS AL LABORATORIO	20 days? 17/03/25 8:00	11/04/25 17:00
7	CAPACITACIÓN A ESTUDIANTES Y DOCENTE	26 days? 7/04/25 8:00	12/05/25 17:00
8	PRÁCTICAS GUIADAS	16 days? 21/04/25 8:00	12/05/25 17:00
9	DEFENSA PRÁCTICA	9 days? 1/05/25 8:00	13/05/25 17:00



Fuente: Autores

Talento humano

Nº	Participantes	Rol a desempeñar en el proyecto	Carrera
1	Imba Salazar Jeferson Pablo	Tesista	Mecánica Industrial
2	Vargas Sánchez Wilson Guillermo	Tesista	Mecánica Industrial
3	Ing. Ernesto Quishpe	Docente Tutor	Mecánica Industrial

Recursos materiales

Refrigerador doméstico marca Electrolux con Refrigerante R600a.	
Total: Aproximadamente 600 dólares	

Asignaturas de apoyo

1. Termodinámica
2. Máquinas térmicas
3. Mantenimiento industrial
4. Refrigeración y aire acondicionado
5. Soldadura

Bibliografía

- García Mena, J. P. (2024). Implementación de un módulo de refrigeración para la carga y descarga de refrigerantes naturales para el laboratorio de tecnología industrial de la Esfot: módulo para la carga y descarga del refrigerante natural isobutano r600a. *EPN*.
- GARCÍA ORTEGA, J. (2023). DERECHO DEL TRABAJO 11A EDICIÓN (P. 45). . *TIRANT LO BLANCH*.
- García, S. (2023). *Mantenimiento Predictivo: Estrategias y Técnicas*.
- Jara Cobos, N. G. (2018). Impacto de las políticas energéticas en la industria de la fabricación de refrigeradores domésticos en Latinoamérica: caso México, Colombia y Ecuador. *Creative Commons*.
- Santalices Pérez, S. (2019). Mantenimiento Predictivo: Historia, una guía de implementación y enfoques actuales. *Consorcio Bucle*.

MARCA CHAMBI, J. E. (2024). *ELABORACIÓN DE UN PLAN DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO PARA UNA CÁMARA FRIGORÍFICA Y LOS EQUIPOS DE REFRIGERACIÓN CON SISTEMA DE ABSORCIÓN DEL LABORATORIO DE REFRIGERACIÓN Y AIRE ACONDICIONADO CORRESPONDIENTE A LA UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN SIMÓN* (Doctoral dissertation).

Baque Anzulez, J. A., & Ruiz Ávila, P. G. (2024). *Diseño y Construcción de un ciclo de refrigeración por compresión de vapor con fines pedagógicos* (Doctoral dissertation).

García Mena, J. P. (2024). Implementación de un módulo de refrigeración para la carga y descarga de refrigerantes naturales para el laboratorio de tecnología industrial de la Esfot: módulo para la carga y descarga del refrigerante natural isobutano r600a.

**REALIZADO
POR:**

Imba Salazar Jeferson Pablo	
NOMBRE	FIRMA

**REALIZADO
POR:**

Vargas Sánchez Wilson Guillermo	
NOMBRE	FIRMA

**REVISADO
POR:**

Ing. Ernesto Quishpe Sacancaela PhD	
NOMBRE	FIRMA

**APROBADO
POR:**

Ing. Alejandro Haldorado	 CENTRAL TECNICO COORDINACION DE CALIDAD INSTITUCIONAL
NOMBRE	FIRMA

JUSTIFICACIÓN:		CUMPLE	NO CUMPLE
IMPORTANCIA Y ACTUALIDAD		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
BENEFICIARIOS		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
FACTIBILIDAD		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ALCANCE: ESTA DEFINIDO		CUMPLE	NO CUMPLE
		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MARCO TEÓRICO:			
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA DESCRIBE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA A REALIZAR		SI <input checked="" type="checkbox"/>	NO <input type="checkbox"/>
TEMARIO TENTATIVO:		CUMPLE	NO CUMPLE
ANTECEDENTES, FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ANÁLISIS Y SOLUCIONES PARA LA PROPUESTA TECNOLÓGICA		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
APLICACIÓN DE SOLUCIONES		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
EVALUACIÓN DE LAS SOLUCIONES		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES Y MÉTODOS UTILIZADOS:			
OBSERVACIONES:			
<hr/> <hr/> <hr/> <hr/>			

CARRERA: MECÁNICA INDUSTRIAL**FECHA DE PRESENTACIÓN:**

02 MAYO 2025

APELLIDOS Y NOMBRES DEL EGRESADO:IMBA SALAZAR JEFERSON PABLO
VARGAS SANCHEZ WILSON GUILLERMO**TITULO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA:**

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE REFRIGERACIÓN DOMÉSTICO COMO PLATAFORMA EXPERIMENTAL PARA EL ESTUDIO DEL CICLO DE REFRIGERACIÓN R 600 A EN EL LABORATORIO DE MÁQUINAS TÉRMICAS DEL ISU CENTRAL TÉCNICO.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA:	CUMPLE	NO CUMPLE
• OBSERVACIÓN Y DESCRIPCIÓN	X	<input type="checkbox"/>
• ANÁLISIS	X	<input type="checkbox"/>
• DELIMITACIÓN.	X	<input type="checkbox"/>
• PROBLEMÁTICA	X	<input type="checkbox"/>
• FORMULACIÓN PREGUNTAS/AFIRMACIÓN	X	<input type="checkbox"/>

PLANTEAMIENTO DE OBJETIVOS:**GENERALES:**

REFLEJA LOS CAMBIOS QUE SE ESPERA LOGRAR CON LA INTERVENCIÓN DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA

SI	NO
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ESPECÍFICOS:

GUARDA RELACIÓN CON EL OBJETIVO GENERAL PLANTEADO

SI	NO
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

CRONOGRAMA:

OBSERVACIONES:

FUENTES DE INFORMACIÓN:

RECURSOS:	CUMPLE	NO CUMPLE
HUMANOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
ECONÓMICOS	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
MATERIALES	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

PERFIL DE PROPUESTA TECNOLÓGICAAceptado Negado

el diseño de propuesta tecnológica por las siguientes razones:

a)

b)

ESTUDIO REALIZADO POR EL ASESOR:**NOMBRE Y FIRMA DEL ASESOR:**

Ing. Ernesto Quishpe S. PhD

02 MAYO 2025

FECHA DE ENTREGA DE INFORME